

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-13633

(43)公開日 平成6年(1994)1月21日

(51)IntCl<sup>5</sup>

H 0 1 L 31/04

識別記号

庁内整理番号

7376-4M

F I

H 0 1 L 31/ 04

技術表示箇所

A

審査請求 有 発明の数1(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平5-62068  
(62)分割の表示 特願昭60-195698の分割  
(22)出願日 昭和60年(1985)9月4日  
(31)優先権主張番号 8 4 7 9 4 2  
(32)優先日 1984年9月4日  
(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 590000879  
テキサス インスツルメンツ インコーポ  
レイテッド  
アメリカ合衆国テキサス州ダラス, ノース  
セントラルエクスプレスウェイ 13500  
(72)発明者 ジュレス デー, レビン  
アメリカ合衆国テキサス州ダラス, フリン  
トコウプ ドライブ 6931  
(72)発明者 ミラード ジェイ, ジェンセン  
アメリカ合衆国テキサス州バルチ スプリ  
ングス, オウク トリー 11428  
(74)代理人 弁理士 浅村 皓 (外2名)

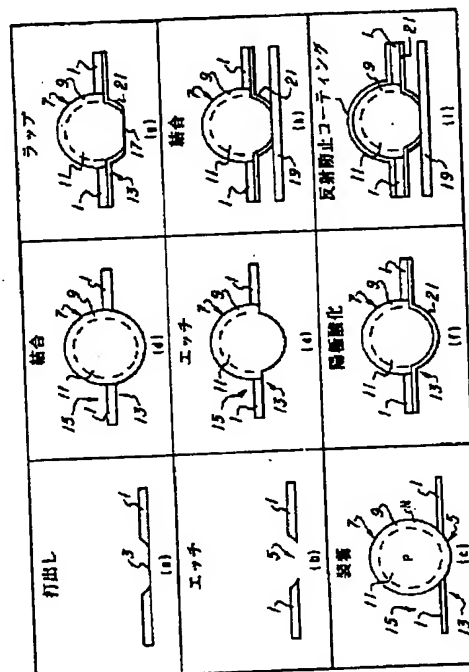
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ソーラー・アレーの形成方法

(57)【要約】

【目的】 ソーラー・アレーを経済的に製造する。

【構成】 第1導電形表皮部9と第2導電形内部11を有する半導体粒子7をアルミ箔1の開口5にアルミ箔1の両側から突出するように配置し、片側の表皮部9を除去し、絶縁層21を形成する。次に第2導電形内部11の一部及びその上の絶縁層21を除去し、その除去された領域17に第2アルミ箔19を結合する。その平坦な領域17が導電部としての第2アルミ箔19に対し良好なオーミックコンタクトを提供する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ソーラー・アレーを形成する方法に於いて、

- (a) 第1のアルミ箔を用意し、
- (b) 前記第1アルミ箔の所定位置に開口を形成し、
- (c) 表皮部が第1導電形でその表皮部下が第2導電形の半導体粒子を前記開口の各々に、該半導体粒子が前記第1アルミ箔の両側から突出するように配置し、
- (d) 前記第1アルミ箔の片側にある前記第1導電形表皮部を除去し、
- (e) 前記第1アルミ箔の前記片側、並びに前記第1導電形表皮部が除去された前記半導体粒子面の上に絶縁層を形成し、
- (f) 前記第1導電形表皮部が除去された前記半導体粒子面の一部、並びにそれを覆う前記絶縁層を除去し、
- (g) 前記半導体粒子面の一部が除去された領域に第2のアルミニウム箔を結合するステップを含むソーラー・アレーを形成する方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は金属箔マトリクス内に配置されたシリコンの球から、露光した時に発電する太陽電池（ソーラー・セル）を形成する方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 太陽光線を他の形の有用なエネルギーに変換することによってエネルギーを発生する装置はよく知られており、太陽が主なエネルギー源であるという経済性の為、こういう装置は絶えず開発され且つ改良されている。この様な1つの装置が米国特許第4,021,323号に記載されており、この米国特許では、硝子又はプラスチックの様な透明なマトリクスで構成されたソーラー・アレーに、その片側にN形表皮部を持つP形のシリコン、又はその片側にP形表皮部を持つN形シリコンの粒子をマトリクス内に埋込んで設けたソーラー・アレーが記載されている。大体半分の粒子がN形表皮部を持つP形であり、残りがP形表皮部を持つN形であることが好ましいが、この構成を変えることが出来る。マトリクスの裏側では、それから突出する粒子が適当な導電メタライズ部分によって相互接続される。シリコン粒子の表皮部がマトリクスの前側から突出す。こういうアレーは、マトリクスの前側と接触する電解質、好ましくは臭化水素酸（HBr）内に浸漬する。電解質と接触する異なる導電型のシリコン粒子の間の電位差の為、HBrを泡立つ水素ガスと溶解したままになっている臭素とに電気分解する太陽光の下で、その間に電位差が設定される。水素ガスを収集し、例えば燃料電池等の様なエネルギー源とするが、これは周知である。

【0003】 こういう形式のソーラー・アレーでは、シリコン粒子が電気分解に独立に参加する。その結果、アレーによって反応生成物が発生される速度は、若干の粒

子のP-N接合が短絡し又は分路されても、あまり影響を受けない。

【0004】 太陽光線から有用なエネルギーを発生する別の装置は、上に述べた種類と同様であるが、電気分解を行わずに、電力を発生する様に構成されている。この様な1つの装置が米国特許第2,904,613号に記載されている。その他の構成も可能であるが、役に立つ実施例は、硝子又はプラスチックの様な透明マトリクスにP形表皮部を持つN形シリコンの粒子を設けて構成される。粒子のN形のコアがマトリクスの裏側から突出し、適当な導電メタライズ部分によって相互接続される。P形表皮部がマトリクスの前側から突出し、細い金属格子の上の酸化錫の様な導電性で透光性の材料によって相互接続される。太陽光の下では、このアレーの後側及び前側の相互接続部の間に電位差が設定され、それを適当に接続して、外部の電気負荷に直接的に給電することが出来る。

【0005】 この技術の改良が米国特許出願第562,782号に記載されている。この出願には、前に述べた発明の改良が記載されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 然し、現状では、上に述べた従来の方法に従って、ソーラー・セルを製造するコストはあまり経済性がなく、この従来の方式はこれまで経済的に大きな成功を収めていない。従って、経済的に成り立ち得るソーラー・セルを供給する為には、こういうアレーを比較的高価ではなく経済的に製造出来ることが絶対条件である。

## 【0007】

【問題を解決するための手段】 この発明では、上に述べた従来の問題を大幅に削減し、前に引用した従来技術と較べて、ソーラー・アレーを経済的に製造することが出来る様なソーラー・アレーを形成する方法を提供する。

【0008】 簡単に言うと、この発明では、その表面に自然の酸化アルミニウムを持つと考えられる様な標準型の可撓性アルミニウム箔の第1のシートを設けて、ソーラー・アレーを形成する。シリコンの球を配置すべき場所所で箔を打出して、金属マトリクスを形成する。その後、箔をきれいにして有機物を除き、打出しを行なった薄い区域を除去してそこに開口を作る為にエッチングをし、シリコン球を挿入する為の場所を作る。別のエッチング工程を用いて、箔にマット面（matt surface）を作る。箔が、それに適用すべき球に対するハウジングを形成すると共にその前側接点を形成する。P形の上にN形表皮部を持つシリコンの球を箔の表側にデポジットし、箔の裏側に真空チャックを設けて、球を前以って形成した開口に吸込み、その中に途中まで入れて、空気がこの開口を通過することを遮断する。最初には開口の数に較べて過剰の数の球を使うので、最終的には全ての開口が球で埋められ、その後使われなかった球

は、箔の後面をブラッシング等することによって除去される。

【0009】次にシリコンの球をインパクト・プレスを使うことによってアルミニウム箔に結合する。このプレスが球を開口の中に押し込み、球の赤道が箔より上方にある様にする。強い力で球を開口の中にこの様に押し込むことにより、シリコンの球と接触した表面のアルミニウムが裂け、その場所で新鮮なアルミニウムが露出する。アルミニウムに対するシリコンの球の移動によって生ずる剪断により、表面の酸化アルミニウムも削り落されて、この様な露出した新鮮なアルミニウムが得られる。この作用は、アルミニウム箔、特に露出したアルミニウムと接触する球の部分から、酸化シリコンの実質上前部を除去する。この作用は、約500℃乃至577℃未満の範囲内の温度にアルミニウムをおいて行なわれ、この時、アルミニウムは固体であるが変形し易くなり、これに対してシリコンはこの温度では依然として剛体である。(インパクトの持続時間が十分短かければ、577℃より高い温度にすることも出来る。)新鮮なアルミニウムが2酸化シリコンを浸食し、インパクトの際、インパクトを加えた場所で実質的にそれを除去する。この様にして、シリコンとアルミニウムの間の結合が得られ、シリコンのN形表皮層に対するアルミニウム接点が形成される。この後、箔と球から成るアレーを周囲温度まで冷却して、箔が再び硬化するのに任せる。

【0010】次に、球が露出している箔の裏側をエッチして、そこにあるN形表皮部を除去する。これは、アルミニウム箔がシリコン・エッチャントに対するマスクとして作用するからである。箔自体は、普通はその上にごく薄い自然の酸化物コーティングが形成されている為に、あまり反応性はない。次に、アレーを硫酸バス(bath)(約10% $H_2SO_4$ )内に約1/2分間入れてアレーを陽極酸化し、アルミニウムの上に酸化物コーティングを設ける。次に、アルミニウムを密封してシリコンを陽極酸化する為に、0.5% $H_3PO_4$ を含む別の陽極酸化バスを用いる。この様にして約10 $\mu m$ の $Al_2O_3$ 及び0.1 $\mu m$ の $SiO_2$ が成長する。次に球の後面をラップして、それと接触させる為の面を設ける。ラップ過程により、この面が粗面化され、この為良好なオーミック接点が形成されるようになる。次に、薄いアルミニウムの第2の箔をラップした面に適用し、500℃乃至577℃未満の範囲内の温度まで予熱した後、箔をラップした領域にインパクト・プレスして、この領域に対する接点を形成する。

【0011】リール形実施例でアレーを形成する場合、第2の箔を球に結合する前に、隣接するアレーの間の場所で、表皮部を2つの箔の間に配置する。この実施例では、第2の箔を球に結合する際、上側及び下側の箔を表皮部に押付けるが、それと結合はしない。その後、アレー

の両側で、表皮部の上で箔を適当にけがき、アレーの両側で、各々の箔に対する箔延長部を設ける。次にこの箔延長部を直列回路に互いに接続して、拡大回路を形成することが出来る。

【0012】上に述べた様な表皮部を持つアレーをけがき、互いに分離し、面取りして、長方形のアレーの片側だけが接点の形で外向きに伸びる第2の箔部分を持つ様にする事が出来る。こういう接点を他のアレーの第1の箔部分に任意の幾何学的な形で接続して、入力及び出力を持つモジュールを作る。

【0013】その結果、各々のシリコンの球のおもな部分がアレーの前側に配置されて太陽光線を受取る為に利用し得る表面の大きさを大きくしたソーラー・セルが得られる。更に、当然ながら、このアレーは可撓性であり、アルミニウム箔に光反射器を持っており、比較的高価ではない材料及び処理工程を用いて提供される。

【0014】

【実施例】第1図及び第2図には、この発明に従ってソーラー・アレーを形成する為の、この発明の特徴を利用した処理工程が略図で示されている。最初、厚さ約2ミルのアルミニウム箔1を用意する。この箔は可撓性である、環境に対して普通に露出している為に、その表面にごく薄い自然の酸化物層を持っているのが普通である。以下の説明はソーラー・アレーの1個の部材に関するものであるが、前に説明した従来技術から判る様に、アレー全体には多数のアレー部材があることを承知されたい。

【0015】最初にアルミニウム箔1を(a)に示す様に周期的な六角形の配置で、例えば中心間16ミルで打出し、厚さが薄くなった打出し部3は、その中に配置しようとする球の直径より若干小さい直径にする。打出し部は円形又は六角形の様なその他の幾何学的な形であつてよい。多角形の打出しの場合、中心を通過して多角形を横切る線は、これに適用する球の直径より小さくする。次に、箔を洗浄して有機物を除去し、その後(b)に示す様に熱した水酸化ナトリウム又はカリウムを用いてエッチし、箔の内、打出し部3を作った領域を除去すると共に、その場所に開口5を設ける。打出し領域3は、エッチングの間、箔の他の部分よりも一層薄手である為に、箔の他の部分より先に除去されると共に、そこで行われた打出しによる冷間加工がなされている為にも、エッチされるのが一層速い。これをアルミニウム・マトリクスと呼ぶ。

【0016】この点で、随意選択により、25% $HF$ 、60% $HNO_3$ 及び15%氷酢酸であるエッチャントの50%溶液を用いたエッチングにより、箔に或る生地を持たせ、後方反射を最小限に抑えるマトリクス面を作ることが出来る。

【0017】(c)に示す様に、N形表皮部9及びP形

内部11を持つ複数のシリコンの球7を箔1上のマトリクスの上側15にデポジットし、真空チャックを用いて箔の裏側13に真空を加えて、球7を開口5の中に引込む。最初に箔の裏側では、開口5の数に比べて過剰の球7を用いるので、全ての開口が球7で埋まり、その後過剰の球7がブラシがけ等により、箔1の上側から除去される。ここで用いる球は直径が14.5ミルであることが好ましく、前に述べた様に、開口5の断面直径は14.5ミルより小さく、箔の裏側で箔に真空がかけられるが、その理由は後で説明する。

【0018】この後、(d)に示す様に、箔を加熱し、ついでインパクト・プレスを使うことにより、球7がアルミニウム箔1の開孔5の中に結合される。この時、球7が素早く開口5の中に埋込まれ、開口内で剪断作用を生じ、それが開口の所の箔の内面にある酸化アルミニウムを削取り、新鮮なアルミニウム元素を露出する。前に述べた様に、球7が開孔5の中に埋込まれる時にアルミニウムは530℃の温度に加熱されており、この為アルミニウムは反応性であって、機械的な性質が幾分粘性を持ち、容易に変形する。従って、元素のアルミニウムが球の上にある非常に薄い自然の酸化シリコン層と反応して、それを除去し、この為箔1のアルミニウムがこの時球のN形層9内にあるシリコン元素と直接的に結合して、それに対する接点を形成することが出来る。

【0019】球の赤道がアルミニウム箔1より上方、又はその上方15にある様に、球7が開孔5内に配置される。こういう配置は、アルミニウム箔1の上下に配置された圧力パッドを使うことによって可能になる。圧力パッドはクッションとして作用する窒化硼素の粉末の様な離型剤で被覆した厚さ約8ミルのアルミニウム箔で形成されており、この為、インパクト・プレスのハンマーがインパクトを加える際に球を損傷することがない。更に、圧力パッドがハンマーの衝撃を吸収する。箔1の15側にある上側の圧力パッドで箔1の13側にある下側の圧力パッドよりも厚手であって、前に述べた様に、球の赤道が箔からずれる様にする。2cm平方のアレーに対し、約48フィート・ポンドのインパクト・エネルギー首尾よく作用することが判った。この為、アルミニウムがこの時シリコンに直接的に結合されることは、前に述べた通りである。

【0020】箔1の後側の面13及び球7の内、この側にある部分を、この後(e)に示す様にエッチャントを用いてエッチして、N形層9の内、アレー後面の上にある部分を取去り、P形領域を露出する。自然の酸化物をその上に持つアルミニウム箔1がこのエッチャントに対してマスクとして作用し、アレーの後側13にある層9の部分だけを除去することが出来る様にする。この後、アレーを脱イオン水で洗滌してエッチャントを除き、次に(f)に示す様に、約20ボルトで約1/2分間の間、10% $H_2SO_4$ 溶液内でアレーを陽極酸化して、

露出したシリコン及びアルミニウム箔1を不動態化する。次に約20ボルトで約1/2分間0.5% $H_3PO_4$ 溶液内でアレーを陽極酸化する。陽極酸化に要する時間は、バスの電流がゼロになって打ち切られる時の関数であり、これが約1/2分であることが判った。磷酸を使うことが重要であり、これは酸化アルミニウム内の孔を塞ぎ、前にエッチしたシリコン表面に約1,000Åの酸化物層21を作ることが判った。

【0021】次に、陽極酸化の際に形成された後側21を周知の方法で機械的に削磨することにより、陽極酸化したアレーの球7をラップする。このラッピングにより、2酸化シリコン21及び若干のシリコンの両方が除去されて、球7の後面17が平坦になり、17に示す様に粗面が得られ、この為その上にオーミック接点を形成することが出来る。次に、約1/2ミルのアルミニウムの薄箔19を(h)に示す様に各々の球7の後面17の上に配置して、それがラップした平坦な領域17の上に来る様にする。このアルミニウムは好ましくは530℃の温度、又は約500乃至577℃の範囲内の温度に加熱するが、前に述べた様な条件がある。加熱された箔19がこの後インパクト・プレスによって球7に圧着され、このインパクトによって露出したアルミニウムと、ラッピング並びにアルミニウム元素によるインパクトの為に球7の後面で露出したシリコンとの間の結合部が形成される。前に(d)について述べたのと同じ様に結合を行なうことにより、シリコン領域11に対する箔の接点19が形成される。アルミニウム箔1の陽極酸化の為、この箔の表面の上には厚い酸化アルミニウムがあって、箔1の及び箔19の間の短絡を防止する。(i)に示す様に、アレーの前側の面の上に標準的な反射防止コーティングを適用し、シリコンの光の吸収を改善することが出来る。)従って、シリコンの球の大部分が入射する太陽光線に露出し、アレーが可撓性であって、使われる処理並びに使われる材料が比較的高価でなく且つ数が少ない様にして、ソーラー・アレーが提供されたことが理解されよう。

【0022】実際の処理工程では、上に述べた様なアレーは、別々のアレーとしてではなく、リール形の実施例で設けるのが普通である。その後、アレーは寸法が例えば1m×2mである様なモジュールに形成され、こういう設計のままで試験される。これまで述べた様にして形成された各々のアレーは各辺が10cm程度であるのが普通である。

【0023】上に述べた様なソーラー・アレーをリール形に作り、それからモジュールを形成する為には、図3乃至図6に示す様な手順に従う。最初に図3について説明すると、この図にはアレー相互接続装置が1次元で示されている。図3(a)では、前側の接点箔部材33に球31を固定した1個のアレー30が示されており、後側箔部材35はまだ球に取付けられていない。図4

(a) にははっきりと示されている様に、アレー30の間にシム37を挿入する。図4(a)から判る様に、前側の箔33は後側の箔35より寸法が小さいが、その理由は後で明らかになる。

【0024】次に図3(b)を見ると、この時後側の箔35が球31及びシム37と接触していることが判る。上側の箔33もシムと接触している。これは図1の工程(h)で、この処理工程の一部分として後側の箔35を球31に結合する時に達成される。箔33、35はシム37に接着せず、単にそれと接触しているだけである。この後、次にシムの上の、図3(b)のV字形記号の場所で箔をけがき、アレーを互いに分離し且つシムを取外した後、図3(c)及び図4(c)に示す様な装置を作る。次に図3(c)及び図4(b)に示す様なアレーを図4(c)に示す様に面取りして、後側の箔35の一部分である4つの耳を作る。これらの耳はアレーの四角の各辺にあって、A、B、C、Dと記してある。次に図3(d)及び図4(d)に示す様に、耳B、C、Dをアレーの下に折返し、その後図3(e)に示す様に、超音波結合等により、耳Aをこの後、アレーの耳B、C又はDの内の1つに結合することにより、このアレーをこの後のアレーに固定する。

【0025】相互接続工程は図5の3次元表示の装置で示す様に行なうことが出来る。この装置では、耳Aが伸出している1つのアレーを、別のアレーの耳B、C又はDの内の1つとこの耳Aとが接触する様に位置せしめる。この手順を直線又はその他の通路で続けて、完全なモジュールを作る。完成されたモジュールが図6に示されており、耳Aが隣接するアレー30の耳B、C又はDに固定されて、60個のアレーの直列回路を形成する前後に配置された通路を作る。更に、モジュールに対する

入力41及び出力43となる耳を設ける。

【0026】図6のモジュールを形成した後、図2について説明すると、モジュールを試験し、試験に成功すれば、モジュールは支持材料等に取り付けられる工程に進み、その後結合出で耳を超音波で結合し、その後モジュールをカプセル封じして、環境に対する適当な封じを施す。次にカプセル封じしたモジュールを標準的に試験し、動作し得るモジュールが使える状態になる。

【0027】この発明を特定の好ましい実施例について説明したが、当業者にはいろいろな変更が考えられよう。従って特許請求の範囲は、この様な全ての変更を包括する様に、従来技術から見て可能な限り広く解釈されるべきである。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に従ってソーラー・アレーを形成するのに使われる処理工程を示す略図。

【図2】図1のプロセスを示すプロセス線図。

【図3】1次元で表わしたアレー相互接続手順を示す略図。

【図4】2次元で示したアレー相互接続手順を示す略図。

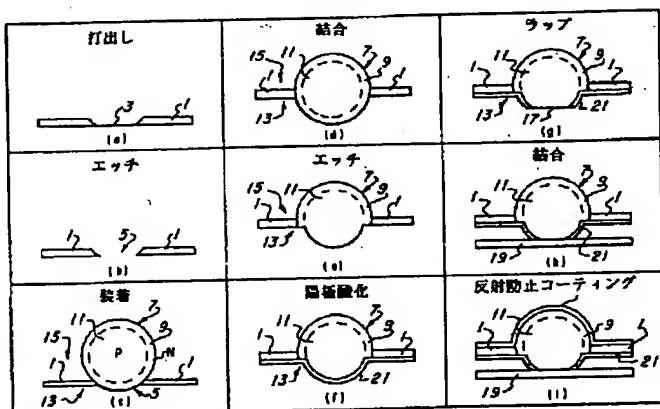
【図5】3次元で表わしたアレー相互接続を示す略図。

【図6】本発明のモジュールの略図。

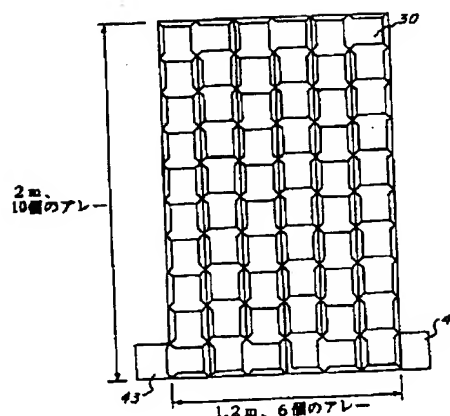
#### 【符号の説明】

- 1 第1のアルミニウム箔
- 5 開口
- 7 シリコンの球
- 9 N型表皮部
- 11 P型内部
- 19 第2のアルミニウム箔

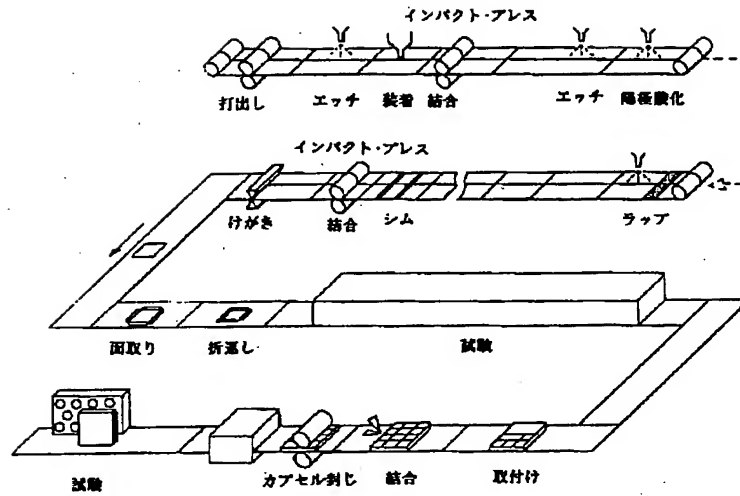
【図1】



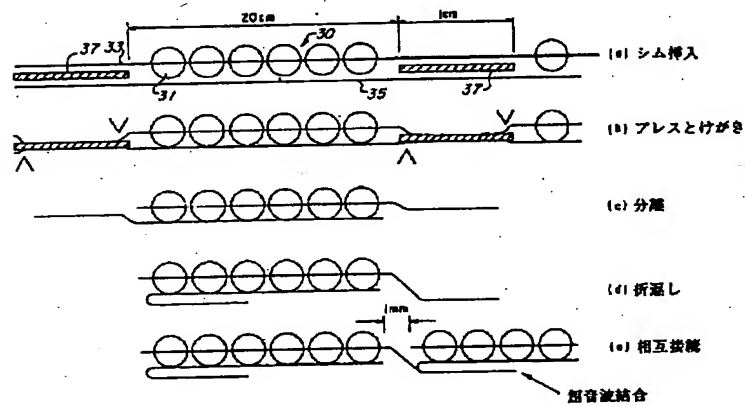
【図6】



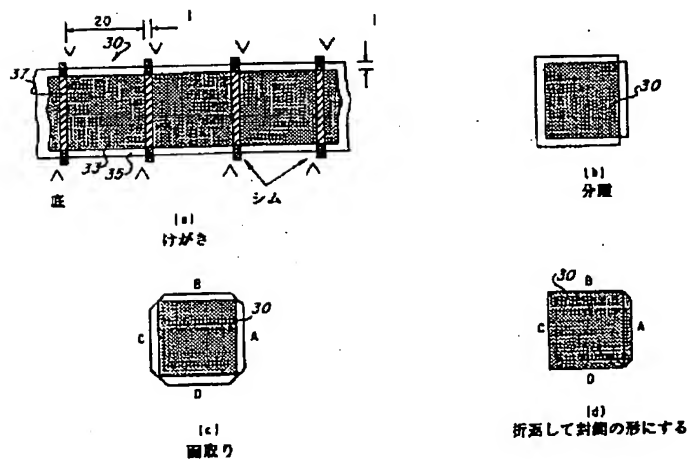
【図2】



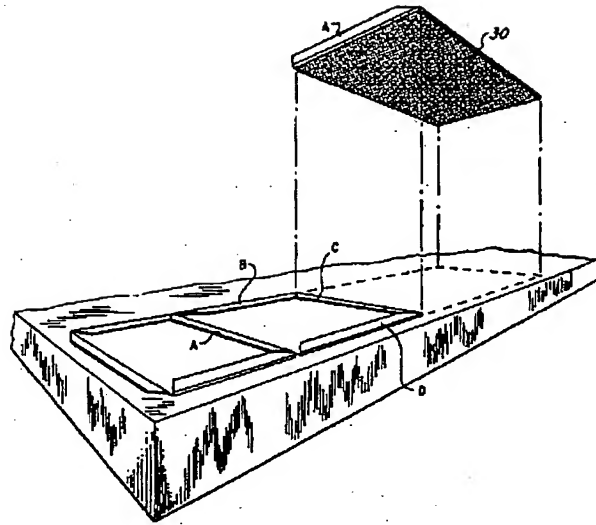
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 ロナルド イー. ヘネイ  
アメリカ合衆国テキサス州リチャードソ  
ン, ノッティンガム 748